

# Pengaruh Co-doping $Mg^{2+}$ dan $Fe^{3+}$ terhadap Performa Elektrokimia $Li_4Ti_5O_{12}$ sebagai Material Anoda Baterai Ion Litium = Effect of $Mg^{2+}$ and $Fe^{3+}$ Co-doping on Electrochemical Performance of $Li_4Ti_5O_{12}$ as Anode Material for Lithium-ion Batteries

Faizah, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20513435&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Anoda  $Li_4Ti_5O_{12}$  (LTO) yang didoping dengan Mg dan Fe dalam bentuk  $Li_{4-x}Mg_xTi_5-xFe_xO_{12}$  ( $x = 0, 0.05, 0.1$ ) telah berhasil disintesis menggunakan metode solidstate dengan bantuan sonikasi menggunakan sumber prekursor  $TiO_2$  dan  $Fe_2O_3$ , baik komersial maupun hasil sintesis. Hasil SEM menunjukkan sampel dengan co-doping Mg dan Fe pada LTO komersial memiliki morfologi yang relatif sama dan seragam dan terjadi pengurangan ukuran partikel co-doping LTO dengan  $x = 0.05$ . Namun, co-doping LTO hasil sintesis tidak ditemukan adanya reduksi pada ukuran partikel yang mengindikasikan bahwa co-doping Mg dan Fe tidak berpengaruh pada ukuran partikel. Hasil EDS menunjukkan kehadiran unsur Mg, Fe, Ti, dan O yang menunjukkan bahwa unsur yang diinginkan pada sampel co-doping dan persebarannya relatif merata. Karakterisasi XRD menunjukkan bahwa fasa  $Mg(OH)_2$  dan  $Fe_2O_3$  tidak ditemukan di dalam struktur codoping LTO yang mengindikasikan bahwa atom Mg dan Fe telah bergabung dengan struktur LTO. Sampel dengan prekursor  $TiO_2$  dan  $Fe_2O_3$  komersial dan  $TiO_2$  sintesis dengan  $Fe_2O_3$  hasil purifikasi pada komposisi  $x = 0,1$  memiliki fasa pengotor terendah dibandingkan LTO komersial dan LTO sintesis murni yaitu 12,7% dan 9,9%. Nilai  $R_{ct}$  semua sampel co-doping menunjukkan nilai  $R_{ct}$  lebih kecil dibandingkan nilai  $R_{ct}$  LTO murni ( $R_{ct}$  co-doping <  $R_{ct}$  LTO murni). Hal ini menunjukkan bahwa co-doping Mg dan Fe mengurangi hambatan difusi LTO, sehingga meningkatkan transfer muatan dan konduktivitas listrik. Dengan demikian, menunjukkan bahwa pergerakan ion  $Li^+$  lebih mudah pada sampel LTO yang didoping. Sampel LTO sintesis dengan menggunakan prekursor  $Fe_2O_3$  hasil purifikasi ( $x = 0,1$ ) memiliki nilai  $R_{ct}$  paling rendah dibandingkan semua sampel yaitu 85,41  $\Omega$  dan memiliki nilai koefisien difusi ion litium dan konduktivitas paling besar yaitu  $2,081 \times 10^{-11} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  dan  $2,913 \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ . Selain itu, memiliki nilai E yang paling rendah, sehingga memiliki derajat polarisasi terendah dan reversibilitas yang paling baik. Pada C-rate tinggi (15C), sampel LTO sintesis dengan penambahan  $Fe_2O_3$  hasil purifikasi ( $x=0,1$ ) memiliki kapasitas tertinggi dibandingkan sampel co-doping LTO sintesis lainnya yaitu 21,716 mAh/g. Sedangkan pada co-doping LTO komersial, LTO komersial dengan prekursor  $Fe_2O_3$  komersial ( $x=0,1$ ) memiliki kapasitas tertinggi yaitu 47,70 mAh/g

..... $Li_4Ti_5O_{12}$  (LTO) anode doped with Mg and Fe in the form of  $Li_{4-x}Mg_xTi_5-xFe_xO_{12}$  ( $x = 0, 0.05, 0.1$ ) was successfully synthesized using the solid-state method with sonication using  $TiO_2$  and  $Fe_2O_3$  precursor sources, both commercial and synthetic. SEM results showed that the co-doped samples of Mg and Fe on commercial LTO had

relatively the same and uniform morphology and particle size reduced of the LTO codoped particles with  $x = 0.05$ . However, co-doping of synthesized LTO was not found in any reduction in particle size, indicating that Mg and Fe co-doping had no effect on particle size. The EDS results showed the presence of Mg, Fe, Ti, and O elements which indicated that the desired element in the co-doping sample and its distribution was relatively even. XRD characterization showed that  $\text{Mg(OH)}_2$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  phases were not found in the LTO co-doping structure indicating that Mg and Fe atoms had joined the LTO structure. Samples with commercial  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  precursor and synthesized  $\text{TiO}_2$  with purified  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  at the composition  $x = 0.1$  had the lowest impurity phase compared to commercial LTO and synthetic LTO, namely 12.7% and 9.9%. The  $R_{ct}$  value of all codoping samples shows that the  $R_{ct}$  value is smaller than the  $R_{ct}$  value for pure LTO (codoping  $R_{ct} < \text{pure LTO } R_{ct}$ ). This suggests that the co-doping Mg and Fe reduces the diffusion resistance of LTO, thereby increasing charge transfer and electrical conductivity. Thus, it shows that the movement of  $\text{Li}^+$  ions is easier in the co-doped LTO samples. Synthesized LTO samples using the purified  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  precursor ( $x = 0.1$ ) has the lowest  $R_{ct}$  value compared to all samples, namely 85.41  $\Omega$  and has the greatest value of lithium ion diffusion coefficient and conductivity values of  $2.081 \times 10^{-11} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  and  $2.913 \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ . In addition, it has the lowest  $E$  value, so it has the lowest degree of polarization and the best reversibility. At a high C-rate (15C), the synthetic LTO sampel with the addition of purified  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $x = 0.1$ ) has the highest capacity compared to other synthetic LTO co-doping samples, namely, 21.716 mAh/g. While in commercial LTO co-doping, sampel commercial  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  precursor ( $x = 0.1$ ) has the highest capacity of 47.70 mAh/g.